



EIWEISSABBAU BEIM EMMENTALER

Diskussionsgruppen

Autor

Ernst Jakob

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern
ernst.jakob@alp.admin.ch





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

ALP gehört zur Einheit ALP-Haras

Impressum

ISSN	1661-0814 (online) /21.11.2011
Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP Schwarzenburgstrasse 161, CH-3003 Bern Tel. +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27 info@alp.admin.ch, www.agroscope.ch
Fotos	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux
Gestaltung	RMG Design, CH-1700 Fribourg
Copyright	© 2011 ALP Nachdruck bei Quellenangabe und Zustellung eines Belegexemplars an die Herausgeberin gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

In der Winterhalbjahren 2009/10 und 2010/11 waren rund ein Drittel der Emmentalerbetriebe vom Käsefehler „kurzer Teig“ betroffen. In den meisten Fällen geht dieser Fehler einher mit einem zu starken Eiweissabbau in die Tiefe. Im vorliegenden Diskussionsgruppenstoff geht es um die möglichen Ursachen eines zu starken Eiweissabbaus und Massnahmen zur günstigen Beeinflussung des Eiweissabbaus.

2. Teigqualität beim Emmentaler

Kurzer Teig hat sich zum häufigsten Qualitätsmangel beim Emmentaler entwickelt. Wie Abbildung 1 zeigt, erreichte der Anteil von Partien mit kurzem Teig in den Monaten März und Dezember des Jahres 2010 Höchstwerte von fast 40%. Im Durchschnitt der Monate November bis und mit März lag der Anteil von Partien mit kurzem Teig im Winterhalbjahr 2010/11 bereits zum zweiten Mal in Folge bei einem Anteil von gut 30%. Die in den letzten drei Jahren zunehmend offensichtliche Saisonalität des Fehlers war in den Jahren 2005 und 2006 nicht zu erkennen. Die Gründe für diese Entwicklung sind unklar.

Kurzer Teig begünstigt Lochungsfehler und ist darum doppelt unerwünscht. Die Auswertung von 1830 Taxationen von Emmentaler-Partien mit weniger als 18 Punkten ergab, dass 55% der Partien mit dem Lochungsfehler „Pick“ gleichzeitig wegen kurzen Teigs beanstandet wurden. Von den Partien mit „Gläs“ wurden sogar 75% als kurz im Teig beurteilt. Auch den Fehler „unsaubere Lochung“ und „nestige Lochung“ waren unter den Partien mit kurzem Teig deutlich häufiger als in den Partien mit langem Teig. Demgegenüber war zwischen der Lochqualität und dem Fehler „kurz unter dem Narben“ kein signifikanter Zusammenhang festzustellen.

Welche Faktoren könnten die Zunahme der Häufigkeit von kurzem Teig erklären?

- Veränderungen im Kultureneinsatz
- Verschlechterte Milchqualität (Zellzahl, Säurebildner, Proteolyten)
- Technologische Änderungen (Wasserzusatz, Vorkäsen etc.)
- Strengere Taxation

Welche Faktoren könnten die Häufung von kurzem Teig im Winter erklären?

- Höherer Schmelzpunkt des Fettes im Winter
- Schlechtere Entsirtung und stärkere Nachsäuerung infolge stärkerer Abkühlung auf der Presse
- Veränderte Milchzusammensetzung im Winter

Mangels entsprechender Daten lassen sich diese Hypothesen nicht überprüfen.

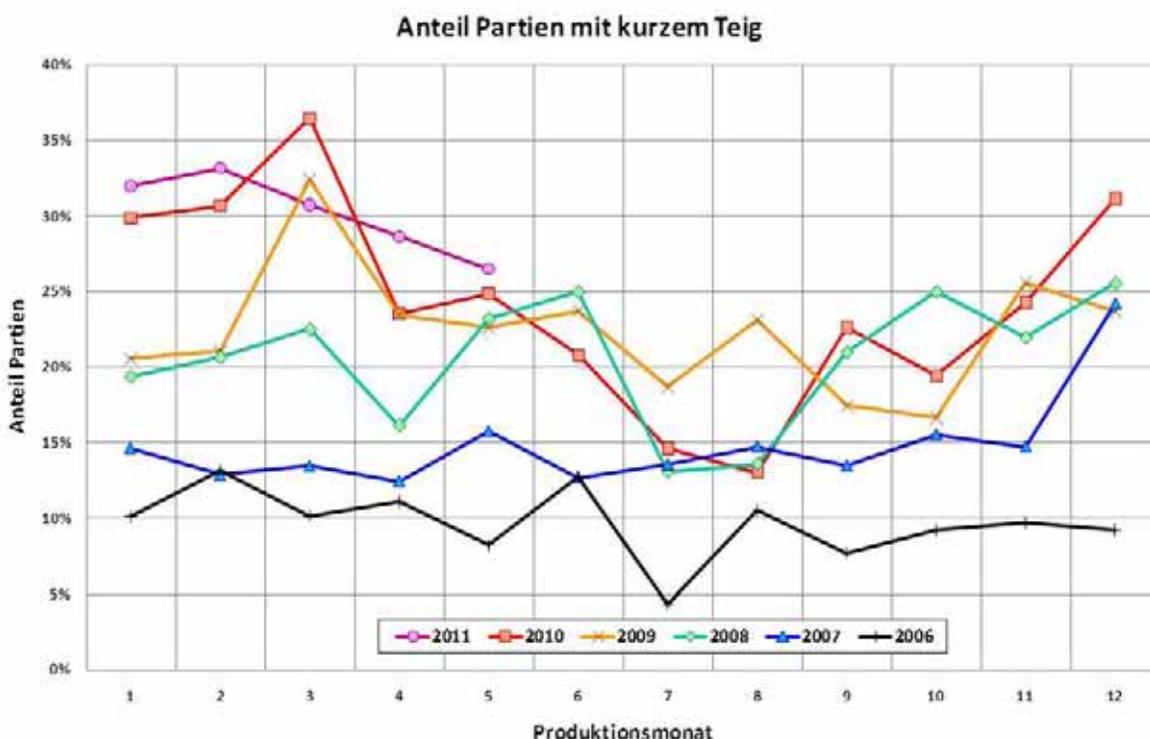


Abb. 1: Teigqualität beim Emmentaler im Jahresvergleich

3. Ursachen von kurzem Teig

Kurzer Teig kann auf der chemischen-physikalischen Ebene Ursachen haben:

- Ungenügendes Verwachsen des Bruchkorns
- zu schnelle Säuerung (sehr hohe Sondenwerte) und Calciumverlust
- zu tiefer pH-Wert nach 24 h
- zu starke Proteolyse

In Einzelfällen sind suboptimale Säuerungsverläufe oder andere Fabrikationsparameter als mögliche Ursache von kurzem Teig festzustellen. In der Mehrzahl der Betriebe mit kurzem Teig lässt sich die Ursache des Problems nicht in diesem Bereich orten. Ein mittlerweile weit verbreitetes Phänomen sind hingegen zu hohe OPA-Werte, d.h. ein zu starker Proteinabbau in die Tiefe.

3.1 Proteolyse

Die Proteolyse in die Tiefe lässt sich gut und labortechnisch einfach anhand des so genannten OPA-Wertes beurteilen, der ein Mass für den Gehalt des Käses an freien Aminosäuren ist. Die in den 90er-Jahren durchgeführte Studie zum Gärverlauf im Emmentaler zeigte, dass Käse von guter Qualität folgende OPA-Werte aufweisen:

Alter	Sollwert [mmol/kg]
21 Tage (Rand)	< 45
21 Tage (Kernzone)	< 40
90 Tage (Kernzone)	< 180
180 Tage (Kernzone)	< 235

In einem aktuellen Praxisfall, wo Käse mit kurzem Teig (vor allem unter dem Narben) und teilweise auch Gläs auftrafen, wurden bei mehreren Proben deutlich überhöhte OPA-Werte gemessen (siehe Tabelle 1). Auffällig war zudem, dass innerhalb einer Zeitspanne von 30 Tagen enorme Unterschiede beobachtet werden konnten, die weit über die altersbedingten Unterschiede hinausgehen. OPA-Wert und Taxationsergebnis standen in einen klaren Zusammenhang.

Die grossen Unterschiede bezüglich der Proteolyse innerhalb eines Monats lassen vermuten, dass die Probleme nicht primär durch systematische Fehler in der Produktion bedingt sind, sondern dass hier wechselnde Verhältnisse in der Rohmilchflora eine ursächliche Rolle spielen. Trotzdem ist zu überprüfen, ob fabrikationsspezifische Einflüsse nicht doch das Entstehen von Käsefehlern begünstigt.

Tab. 1: Praxisbetrieb mit grossen Unterschieden im Gehalt an freien Aminosäuren (OPA-Wert). Alter der Käse: 3.5 bis 4.5 Monate.

Produktionszeitpunkt / Taxationsergebnis	Sollwerte 3m:	OPA-Wert [mmol/kg] uN:< 200, Mitte:< 180	pH-Wert 5.59-5.65
Mai 11, leicht kurz uN, ansonsten gute Qualität	uN	253	5.68
"	Mitte	187	5.66
Mai 11, KI 2, Gläs, kurz uN, überreif	uN	287	5.67
"	Mitte	199	5.65
Mai 11, normaler Teig	uN	160	5.62
"	Mitte	130	5.59
Juni 2011, KI 2, Gläs, kurz uN	uN	246	5.67
"	Mitte	184	5.64

3.2 Die Proteolyse beeinflussende Faktoren

In Tabelle 2 sind Faktoren, welche den Verlauf der Proteolyse im Käse beeinflussen, zusammengestellt. In Anbetracht der grossen Zahl stellt sich natürlich die Frage, welche Faktoren im Zusammenhang mit zur Diskussion stehenden Teig- und Lochungsfehler wichtiger sind.

Tab. 2: Faktoren welche die Intensität der Proteolyse (PL) im Käse beeinflussen

Faktor	Auswirkungen auf die Proteolyse	Begründung
Milchqualität: proteolyt. Keime ↑	↑	Höheres Proteolysepotential
Milchqualität: Zellzahl ↑	↑	Höhere Konzentration von Proteasen aus dem Blut (Plasmin und Cathepsin)
Labmenge ↑	↑	Höhere Restaktivität im Käse fördert WLN
Brenntemperatur ↑	~	Verschiebung zugunsten der Laktobazillen sowie stärkere Aktivierung von Plasminogen fördert PL, aber stärkere Denaturierung der Labenzyme und der proteolytischen Keime der Rohmilch hemmt PL.
pH-Wert Teig ↑	↑	pH-Optimum der meisten Proteasen im Hartkäse liegt im Neutralbereich.
Kultur : Laktobazillen-Anteil ↑	↑	Viele Laktobazillen sind weit stärker proteolytisch als die Streptokokken
Wassergehalt (auch zonal) ↑	↑	Beschleunigung der mikrobiellen und biochem. Prozesse
Gärraumaufenthalt: Dauer ↑	↑	Beschleunigung der mikrobiellen und biochem. Prozesse
Lagertemperatur ↑	↑	Beschleunigung der mikrobiellen und biochem. Prozesse

3.3 Temperatureinfluss

Auch die Gärraum- und die Kellertemperatur haben einen Einfluss auf die Proteolyse. Eine höhere Temperatur beschleunigt die Proteolyse.

Gärraumtemperatur

Ist die Gärraumtemperatur höher, so sind die Käse deutlich schneller offen und die Proteolyse verläuft etwas schneller. Durch die kürzere Aufenthaltsdauer im Gärraum bleibt die Proteolyse unter dem Strich aber etwas schwächer als bei tieferer Gärraumtemperatur!

3.4 Bedeutung der saisonal schwankenden Milchzusammensetzung / Plasminaktivität

Jahreszeitliche Einflüsse auf die Käsequalität hängen teilweise mit den bekannten Schwankungen der Milchzusammensetzung erklären. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich ist, verändert sich z.B. der durchschnittliche Eiweissgehalt der Milch im Spätsommer stark, was sich unter anderem in einer höheren Festigkeit der Labgallerte und einer raschen Griffbildung bemerkbar macht.

Während des Winterhalbjahres beobachten wir nicht nur hohe Eiweissgehalte, sondern auch eine höhere Plasminaktivität in der Milch. Plasmin ist eine Protease, die aus dem Blut in die Milch übergeht. Wie verschiedene Autoren gezeigt haben, spielt Plasmin bei der Reifung von Hartkäse eine wichtige Rolle. Bei Versuchen mit Modellgruyère konnte ALP diesen Zusammenhang bestätigen (siehe Abbildung 3). Der Einfluss zeigte sich v.a. beim WLN, beim NPN war er nicht signifikant. Die Plasminaktivität ist in erster Linie vom Alter und Laktationsstadium der Kühe und von der Eutergesundheit abhängig: Vor allem ältere Kühe zeigen gegen Ende der Laktation deutlich höhere Plasminwerte in der Milch, ebenso Tiere mit krankem Euter.

3.5 Bedeutung der Milchqualität

Die Statistik der Milchprüfergebnisse zeigt ein seit Jahren ähnliches Bild: Die Anzahl der Beanstandungen bei der Keimzahl liegt konstant bei knapp 2%, wobei in der Zeit zwischen April und September die höchsten Durchschnittswerte vorliegen. Die Anzahl der Beanstandungen bei der Zellzahl pendeln jedes Jahr zwischen 3 und 9 %, mit Tiefstwerten im ersten Quartal und Höchstwerten in der Periode Juni bis September. Die Höchstwerte fallen also in der Periode mit der allgemein besseren Käsequalität.

Diese Tatsache spricht gegen die These, dass Mängel bei der hygienischen Qualität der Milch den Käsern vermehrt zu schaffen machen. Allerdings handelt es sich bei den Statistiken der Milchprüfung um Durchschnittswerte aller Lieferanten. Eine Aussage über die silofreie Milch, die nur etwa ein Viertel der Gesamtproduktion ausmacht, ist somit nicht möglich. Ausserdem sagt die Gesamtkeimzahl wenig über die Verunreinigung der Milch mit käseschädlichen Keimen aus. Zu bedenken ist auch, dass sich die Kesmilch in vielen Käsereien heute aus Milch von weniger Lieferanten zusammensetzt. Es gibt vereinzelt Betriebe, wo ein einziger Lieferant mehr als 50% der Milch liefert.

Was die käseschädlichen Keime betrifft, sind den letzten Jahren verschiedene Keimarten in den Brennpunkt des Interesses gerückt, deren Bedeutung man früher nicht kannte, die aber bei relativ bescheidenen Anfangskeimzahl in der Milch Schäden im Rohmilchkäse verursachen können. Mehr dazu im folgenden Abschnitt.

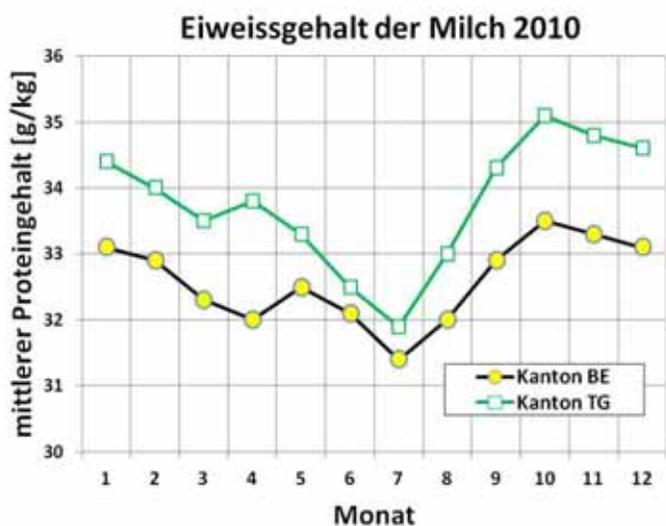


Abb. 2: Entwicklung des Eiweissgehaltes der Milch im Jahr 2010 im Jahresverlauf. Quelle: TSM

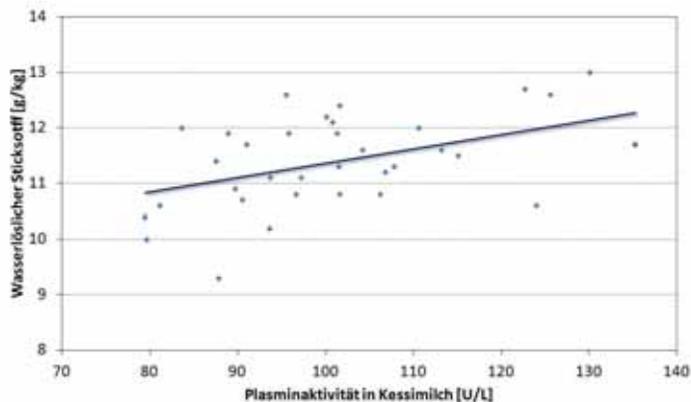


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Plasminaktivität der Milch und der Proteolyse im 150 Tage alten Modellkäse vom Typ Gruyère

3.6 Proteolytische Keime in der Rohmilch

Die Rohmilchflora kann ein breites Spektrum an proteolytischen Keimen enthalten. Von Bedeutung sind aber nur jene, die in irgendeiner Phase der Herstellung und Reifung des Käses vermehrungsfähig sind oder über einen langen Zeitraum stoffwechselaktiv sein können. Das gilt bei Hartkäsen wie dem Emmentaler nur für eine relativ kleine Gruppe von Mikroorganismen, nämlich einige wenige Clostridien sowie für Propionsäurebakterien und Milchsäurebakterien. Clostridien lassen wir als Erreger schwerer Fehlgärungen hier beiseite und Propionsäurebakterien besitzen nur eine sehr schwache proteolytische Aktivität. Von besonderem Interesse sind aber die Milchsäurebakterien.

Die Milchsäurebakterienflora der Milch umfasst v.a. die folgenden Gattungen:

- Laktokokken
- Leuconostoc spp.
- Enterokokken
- Streptokokken
- Pediokokken
- Laktobazillen

Im Hartkäse sind aber praktisch nur die letzten vier Gattungen, d.h. die hitzeresistenten Milchsäurebakterien zu finden. Ihre Proteolytischen Eigenschaften finden sich in Tabelle 3.

Kulturenfremde, also «wilde» Milchsäurebakterien, sind in der Käseemilch grundsätzlich nicht erwünscht, denn sie können das Gärgeschehen im Käse erwiesenermassen ungünstig beeinflussen. Selbst von der Milchsäurebakterienart *Lb. delbrückii* ssp. *lactis*, die in jeder RMK enthalten ist, gibt es Wildstämme, die Nachgärungen durch eine unerwünschte Vergärung von Aminosäuren verursachen können, wie jüngste Abklärungen von ALP in einer Gruyèrekäserei zeigten.

Es gibt zwar Labormethoden, um Milchsäurebakterien in der Rohmilch zu zählen, diese Methoden sind aber wenig selektiv und erfordern viel Aufwand für die Prüfung der Identität der gewachsenen Bakterienkolonien. Ausserdem haben wir noch wenig Erfahrung mit der Untersuchung von Milch auf Milchsäurebakterien. Deshalb möchten wir solche Untersuchungen auch nicht propagieren. Erste Erfahrungen zeigen immerhin, dass der Laktobazillengehalt der Lieferantenmilch im Bereich < 10 bis 1000 Keime/mL variiert. Für einige Laktobazillen liegt die Schadensschwelle zwischen 10 und 100 Keimen pro mL Kessimilch!

Hinweise auf die Anwesenheit unerwünschter Milchsäurebakterien in der Rohmilch geben aber auch die Käseproben, insbesondere die Gärprobe und die Luzernerprobe. Sie sollten auch bei der Überwachung der Lieferantenmilch regelmässig zur Anwendung kommen.

Tab. 3: Proteolytische Aktivität verschiedener Milchsäurebakterienarten

	Protease-Aktivität	Peptidase-Aktivität	Bemerkungen
<i>Laktococcus</i> spp.	+ / +++	+ / ++	geringe Aktivität in Hartkäse
Enterokokken	+ / ++	+ / ++	Lange wachstumsfähig in Hartkäse kann Nachgärung verursachen.
<i>Streptococcus salivarius</i> spp.	+	+	wenig proteolytisch, da späte Zelllysis
<i>Pediococcus</i> spp.	k.A.	++	
Laktobazillen			
<i>Lb. delbrückii</i> ssp. <i>lactis</i>	+++ / ++++	+++	
<i>Lb. helveticus</i>	++ / +++	++++	
Fakultativ heterofermentative Lb.	+++	+	<i>Lb. casei</i> ssp. <i>casei</i> / <i>rhamnosus</i>
Obligat heterofermentative Lb.	+ / ++	+ / ++	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. brevis</i>

3.7 Bedeutung der Kulturen

Es liegt auf der Hand, dass auch die Rohmischkulturen einen Einfluss auf die Proteolyse haben. Von den „Stäbchenkulturen“ RMK 190 und RMK 302 ist eher eine stärkere Proteolyse zu erwarten wie z.B. von der RMK 101. Doch ganz so einfach ist die Sache nicht. Gerade die RMK 190 und die RMK 302 fallen durch relativ tiefe LAP-Werte auf. In einem Emmentalerversuch, wo die Kulturen 101, 150 und 302 verglichen wurden, zeigte die RMK 302 die niedrigsten OPA-Werte nach 90 und 180 Tagen, die RMK 150 die weitaus höchsten Werte. Dieses Bild deckt sich recht gut mit den LAP-Werten, die im Rahmen der zweimal jährliche Versuche zu Prüfung der Versandkulturen in Uettligen ermittelt wurden (siehe Abb. 4). In diesen Versuchen fällt aber v.a. die RMK 124 durch erhöhte proteolytische Aktivität auf. Dies bestätigen auch Erfahrungen aus der Praxis.

Natürlich spielt nicht nur die Kultur eine Rolle. Wichtig ist auch, ob eine bestimmte Kultur als „alte“ Kultur oder „junge“ Kultur eingesetzt wird. Gerade bezüglich der Ergebnisse der RMK 190 ist zu betonen, dass sie bei den Kulturentests, anders als in der Praxis üblich, im Verhältnis 2/3 junge Kultur und 1/3 alte Kultur geschüttet wird.

Um das Bild zu vervollständigen sind in den Abbildungen 5 bis 7 weitere wichtige Prüfparameter der Kulturenprüfung dargestellt.

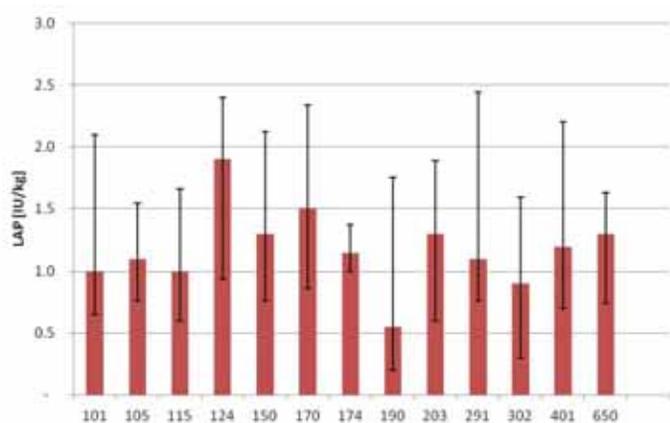


Abb. 4: Kulturenprüfung in der Versuchskäserei Uettligen 1996 – 2009. LAP-Werte (Durchschnittswerte und 90%-Quantile)

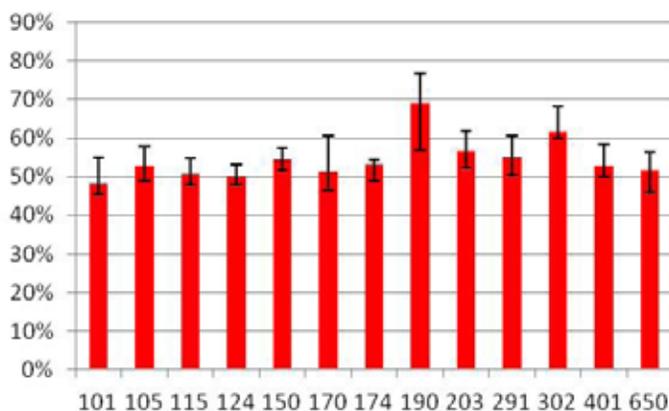


Abb. 5: Kulturenprüfung in der Versuchskäserei Uettligen 1996 – 2009. D-Laktatgehalte in % der Gesamtmilchsäure (Durchschnittswerte und 90%-Quantile)

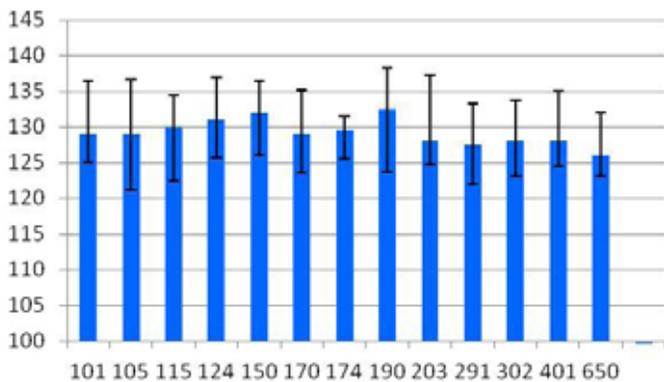


Abb. 6: Kulturenprüfung in der Versuchskäserei Uettligen 1996 – 2009. Gesamtmilchsäure-Werte in mmol/kg (Durchschnittswerte und 90%-Quantile)

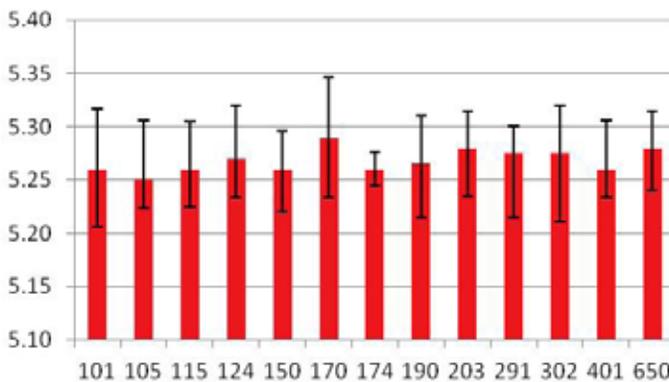


Abb. 7: Kulturenprüfung in der Versuchskäserei Uettligen 1996 – 2009. pH-Werte in der Randzone nach 24 h (Durchschnittswerte und 90%-Quantile)

3.8 Kulturenbezüge durch Emmentalerbetriebe 2005 - 2010

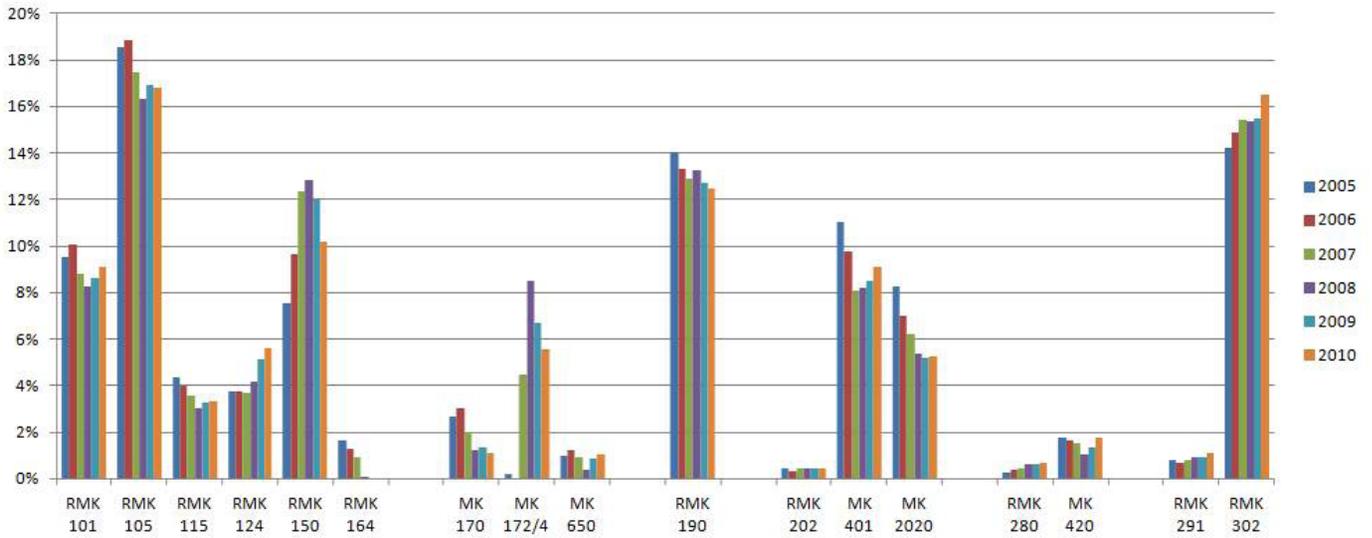


Abb. 8: Relative Anteile der verschiedenen Starterkulturen in der Produktion von Emmentaler AOC (Anteile in % der Jahresbezüge durch Emmentaler-Betriebe)

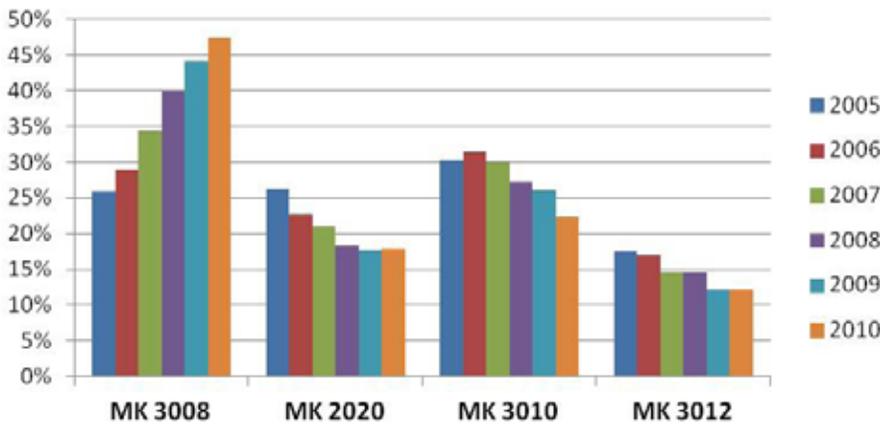


Abb. 9: Relative Anteile der verschiedenen Fakhet-Kulturen in der Produktion von Emmentaler AOC (Anteile in % der Jahresbezüge durch Emmentaler-Betriebe)

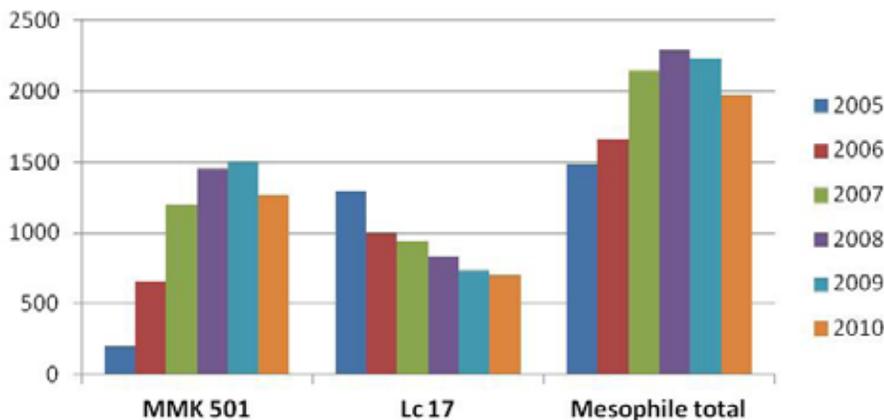


Abb. 10: Anzahl Flaschen der mesophilen Vorreifungskulturen bezogen von Emmentaler AOC Betrieben

4. Checkliste „Proteolyse bremsen“

- Sind Luzernerprobe und Gärprobe o.k.?
- Ist die Milchgerinnung normal oder brauche ich mehr Lab?
- Sind die Zellzahlen normal?
- Setze ich einen ausgewogenen Kulturenmix ein?
- Stimmt die Griffentwicklung?
- Fließt die Sirte ab Presse wie im Sommer?
- Sind die Sondenwerte 2h i.O. und stabil?
- Ist der Käse am Morgen trocken?
- Bleiben die Käse auf der Presse warm?
- Wie verhalten sich die Käse im Keller?
- Stimmt der LAP-Wert im 24 h Käse?
- Stimmen die Milchsäurewerte?
- Stimmt der OPA-Wert?

5. Richtwerte

Parameter	Sollwert
Sonde 2 h	10-12°SH
pH-Wert 24 h	5.20 - 5.30
Wasserhalt 24h	375 ± 5 g/kg
GMS 24h	126 ± 2 mmol/kg
LAP 24h	<1 U